

# **PREDIKSI KAWASAN MINERALISASI EMAS DENGAN KAEDAH PEMROSESAN IMEJ BERDIGIT**

Oleh

**Nawawi Jus oh**  
Jabatan Ukur Kejuruteraan & Kadestra  
Fakulti Ukur Universiti  
Teknologi Malaysia

## **Abstrak**

Sistem pemprosesan imej berdigitil dapat digunakan bagi membuat prediksi kawasan mineralisasi emas. Terdapat dua teknik dalam menghasilkan peta binari, iaitu melalui perisian sistem maklumat geografi (GIS) dan perisian sistem pemprosesan imej berdigit. Rencana ini hanya bertumpu kepada perisian yang kedua bagi menghasilkan corak binari dengan menggunakan sistem Meridian. Set data geologi telah didigitkan dan digabungkan dengan menggunakan perisian operasi logik bagi setiap corak binari. Nilai kebarangkalian a posteriori bagi setiap corak dihitung berpandukan analisis peta binari. Didapati nilainya agak rendah bagi membuat prediksi kawasan mineralisasi emas. Cadangan bagi mempertingkatkan kaedah ini dibincangkan.

## **1.0 Pendahuluan**

Bijih emas merupakan logam bernilai yang dapat mendorong manusia menjelajahi segenap pelusuk dunia dalam mencarinya ini. Dalam menerokai logam berwarna kekuningan ini, manusia meredah belantara, gunung-ganang dan gaung-lurah yang dalam. Berpandukan teknologi terkini seperti sistem maklumat geografi atau pemprosesan imej berdigit, kawasan berpotensi emas sesuatu kawasan dapat digariskan ke atas peta berpandukan gabungan automatik pelbagai data yang terlibat seperti peta penemuan mineral dan peta geologi. Berpandukan pemprosesan imej berdigit, eksplorasi emas dapat dijalankan secara lebih meluas, lebih baik dan lebih menjimatkan dengan kerja lapangan yang minima.

Walaupun konsep yang digunakan merupai sistem maklumat geografi (GIS) bagi menginteraksikan data-data tersebut, kajian ini lebih tertumpu kepada penggunaan perisian-perisian yang terdapat pada sistem pemprosesan imej berdigit. Bagi menjalankan operasi berkenaan, sistem MacDonald Dettwiller digunakan.

## **2.0 Pemprosesan Imej Berdigit**

Data-data yang disebutkan diatas dapat digabungkan dengan menggunakan sistem analisis imej berdigit bagi menghasilkan maklumat yang diinginkan. Langkah-langkah kerja yang perlu dilakukan sebelum hasilnya diperolehi disenaraikan dibawah;

- i) Pendigitan peta,
- ii) Pergabungan imej.
- iii) Penggunaan operasi logik.
- iv) Penggunaan analisis peta binari, dan
- v) Penghasilan output.

## **2.1 Pendigitan Peta**

Bagi menghasilkan data imej peta-peta yang digunakan, kemudahan mendigit dari alat ALTEK Corp. DATATAB meja pendigit telah digunakan. Imej yang dihasilkan disimpan dalam fail grafik. Bagi sistem Meridian, kerja ini dapat dilakukan dengan menjanakan kerja DIGITISE dimana poligon dapat dibentuk dan ditemakan.

Kebaikan teknik ini ialah tiada pembetulan geometri dan penyampelan semula (resampling) diperlukan sepertimana proses imbasan. Tetapi sebelum proses mendigit dimulai, koordinat pepenjuru peta (penjuru atas kiri dan bawah kanan) perlu didaftarkan. Kelemahan teknik ini bagi sistem ini ialah hanya satu tema dapat dibentuk bagi satu fail. Oleh itu, bagi menghasilkan lima tema memerlukan lima fail. Sistem ini cuma mampu memaparkan dengan empat tema sahaja. Keadaan ini menyulitkan pengguna yang ingin memaparkan lebih dari empat tema sekaligus.

## **2.2 Pergabungan Imej**

Memandangkan fail-fail grafik (atau corak) perlu digabungkan sebelum prediksi kawasan mineralisasi emas dapat diketahui, satu kaedah cantuman perlu dilakukan.

### **2.2.1 Attribut Fail**

Sepertimana diterangkan dalam bahagian 2.1, data-data yang digunakan dalam kajian telah diwakilkan oleh beberapa tema (poligon yang diwarnakan) bagi mewakili data tersebut. Bagi sistem Meridian, satu tema diwakilkan oleh satu fail grafik. Setiap tema mewakili suatu corak yang ada kaitan dengan menginterpretasi kawasan mineralisasi emas. Jadual I memaparkan atribut fail yang telah dibentuk bagi kawasan kajian.

## **2.3 Operasi Logik**

Beberapa tema atau fail grafik dapat dicantumkan dengan menggunakan kemudahan yang terdapat dalam operasi logik. Bagi sistem Meridian, perisian yang digunakan ialah kerja LOGOPER. Perisian ini menawarkan beberapa kaitan logik (AND, OR, NOT) bagi membentuk hubungan logik diantara tema-tema yang digunakan.

Jadual 1

Attribut Fail bagi Kawasan Kajian.

<u>Set Data</u>	<u>Attribut</u>
1. Peta Geologi	a) Batuan Berargilit b) Konglomerat c) Granitoid d) Batuan Campuran
2. Peta Geologi Struktur	a) Tetingkap Gelinciran 0.5 km
3. Peta kawasan penemuan Mineral	a) Kawasan Emas yang diketahui

Bagi kawasan kajian, setiap atribut dalam jadual 1 telah dibuat korelasi dengan kawasan emas yang diketahui. Corak atau atribut yang tiada hubungan ruang dengan kawasan penemuan emas tidak digunakan dalam operasi logik. Hubungan kolerasi yang dimaksudkan dapat diketahui dengan mudah dengan mencantumkan setiap corak dengan yang mewakili kawasan penemuan emas.

Kewujudan corak yang mewakili kawasan penemuan emas didalam corak-corak berkaitan menunjukkan wujudnya kolerasi diantara kedua corak berkenaan. Keluasan bagi setiap corak dan keluasan kawasan kolerasi dapat diketahui melalui perisian AREA yang terdapat dalam sistem Meridian (rujuk Jadual 2).

Daripada maklumat yang terdapat dalam Jadual 2(B), kebarangkalian penemuan emas dalam kawasan corak yang berkaitan boleh ditentukan. Merujuk kepada jadual berkenaan, hanya tiga corak yang menunjukkan kewujudan kawasan emas dalam kawasan corak berkenaan. Dalam konteks ini, kawasan yang tiada hubungan dengan kawasan penemuan emas dikelaskan sebagai corak d.

Sehubungan dengan perkara diatas, corak yang menunjukkan nilai kebarangkalian yang tertinggi diberi tingkat yang paling utama dalam operasi logik. Tingkat darjat diturunkan bagi corak yang mempunyai nilai kedua tertinggi dan seterusnya.

Kegunaan kaitan logik bersabit perkara diatas dapat diterangkan secara mudah dengan memberikan contoh dibawah. Katakan, a, b, dan c mewakili kawasan yang mempunyai hubungan dengan kawasan emas secara berkurangan dari banyak ke sedikit. Hasil dari kerja cantuman corak-corak ini dapat ditunjukkan dengan menggunakan tema yang berlainan.

Jadual 2  
Pengiraan Luas

A) CORAK INDIVIDU		
<u>Corak</u>	<u>Keluasan</u>	<u>Bilangan Pixel</u>
1) Batuan Berargilit	12629.500 hec	140328
2) Konglomerat	3773.250 hec	41925
3) Granitoid	3479.040 hec	38656
4) Batuan Campur	6661.260 hec	74014
5) Tetingkap Gelincirab 0.5 km	5549.130 hec	61657
6) Kawasan Emas	59.490 hec	661
7) Kawasan Kajian	30232.100 hec	115912
B) KEWUJUDAN EMAS DIDALAM SETIAP CORAK (Urutan kebawah)		
1) Batuan Berargilit	13.14 hec	146
2) Tetingkap Gelinciran 0.5 km	12.51 hec	139
3) Granitoid	2.34 hec	26
4) Konglomerat	0.00 hec	0
5) Batuan Campuran	0.00 hec	0

Jadual 3 menunjukkan bagaimana hubungan kaitan logik dijalankan. Tema yang dihasilkan dari operasi logik ini dapat ditukarkan kepada nilai kebarangkalian dengan melakukan analisis peta binari.

## 2.4 Analisis Peta Binari

Analisis peta binari menggabungkan corak peta dengan menggunakan statistik Bayesian (Bonham-Carter et al. 1988). Melalui Peraturan Bayes, dua kebarangkalian dapat dihitung samaada suatu unit sel mengandungi emas atau tidak. Log ganjil bagi unit sel kebarangkalian a posteriori didapati dengan mencampurkan pemberat  $W^+$  atau  $W^-$  (bergantung samaada corak wujud atau tidak) ke log ganjil kebarangkalian a priori. Jika corak binari menunjukkan kolerasi yang positif,  $W^+$  adalah positif dan nilai kontras ( $C = W^+ - W^-$ ) merupakan suatu kaedah untuk mengukur kekuatan kolerasi yang wujud bagi corak berkenaan.

Jadual 3  
Operasi Logik bagi Kawasan Kajian.

Langkah	Operasi	Tema Hasil	Keterangan
1)	(NOT) a, b, and c	HITAM	Kawasan selain dari corak a, b, dan c ditonjolkan bagi menandakan kawasan kebarangkalian terendah.
2)	b (Or) c	MERAH	Kawasan b dan c digabungkan bagi menunjukkan kawasan kedua terendah.
3)	a (AND) b	HIJAU	Kawasan yang bertindih diantara a dan b bagi menonjolkan kawasan ketiga terendah
4)	(NOT) b and c	BIRU	Kawasan a sahaja ditonjolkan bagi menentukan kawasan kebarangkalian kedua tertinggi.
5)	a (AND) b (AND) c	KUNING	Kawasan perkongsian bersama diantara ketiga corak bagi menunjukkan kawasan kebarangkalian tertinggi.

Persamaan yang digunakan oleh Agterberg (dipelik dari Bonham-Carter et al. 1988) telah digunakan dalam menjalankan analisis ini. Maklumat tentang persamaan ini dapat ditunjukkan dibawah.

Katakan  $P_{pr}$  merupakan kebarangkalian a priori bagi kewujudan emas dikawasan arbitrari yang kecil tetapi saiznya diketahui (i.e., 1 saiz pixel 30m x 30m). Oleh itu a priori ganjil ( $O_{pr}$ ) dapat didefinisikan sebagai

$$O_{pr} = P_{pr} / (1 - P_{pr}) \quad \dots(1)$$

manakala a posterlori ganjil ( $O_{pr}$ ) dapat ditunjukkan sebagai

$$O_{prst} = \exp (\ln (O_{pr}) + \sum_{j=1}^m w_j^k) \quad \dots(2)$$

di mana,

$$w_j^+ = \begin{cases} (w_j^+ \text{ jika corak } j \text{ wujud}) \\ (w_j^k \text{ jika corak } j \text{ tidak wujud}) \\ (0 \text{ jika corak } j \text{ tidak diketahui}) \end{cases}$$

m adalah bilangan corak dan kebarangkalian a posteriori (P post) bagi emas terbentuk adalah,

$$P_{\text{post}} = O_{\text{post}} / (1 + O_{\text{post}}) \quad \dots(3)$$

Nilai pemberat bagi corak j dapat ditentukan dari,

$$w_j^+ = \ln \{ p(j/d) / p(j/\bar{d}) \} \quad \dots(4)$$

$$w_j^- = \ln \{ p(j/\bar{d}) / p(j/d) \} \quad \dots(5)$$

iaitu j dan d mewakili wujud serta  $\bar{j}$  dan  $\bar{d}$  mewakili tidak wujudnya corak dan emas (Arterberg, 1989).

Unsur-unsur kebarangkalian bersyarat diatas dapat dihitung daripada persamaan dibawah,

$$p(j/d) = A_{dj} / A_{dt} \quad \dots(6)$$

$$p(j/\bar{d}) = (A_j - A_{dj}) / (A_t - A_{dt}) \quad \dots(7)$$

$$p(\bar{j}/d) = (A_{dt} - A_{dj}) / A_{dt} \quad \dots(8)$$

$$p(\bar{j}/\bar{d}) = (A_t - A_j - A_{dt} + A_{dj}) / (A_t - A_{dt}) \quad \dots(9)$$

dimana,

$A_{dt}$  = bilangan pixel mengandungi emas bagi seluruh kawasan kajian,

$A_{dj}$  = bilangan pixel mengandungi emas didalam corak j,

$A_j$  = bilangan pixel bagi keluasan corak j dan

$A_t$  = bilangan pixel bagi keluasan kawasan kajian.

Nilai kebarangkalian a priori ( $P_{pr}$ ) dapat dianggarkan sebagai  $A_{dt} / A_t$ .

#### **2.4.1 Pengiraan Pemberat dan Kebarangkalian**

Bagi mengira pemberat dan kebarangkalian a posteriori, perisian Lotus 1-2-3 telah digunakan. Lampiran A, B, dan C menunjukkan hasil bagi kerja diatas bagi ketiga-tiga corak yang digunakan dalam kajian ini.

Merujuk kepada lampiran berkenaan, nilai yang didapati dari Jadual 2(B) telah digunakan sebagai input bagi setiap corak yang digunakan. Rajah 1 - 3 memaparkan setiap corak yang digunakan dalam kajian ini.

#### **2.5 Output**

Tema hasilan yang didapati dari Jadual 3 telah digunakan bagi menghasilkan peta akhir (rujuk Rajah 4). Kebarangkalian bagi setiap tema berkenaan dapat diketahui dengan mencampurkan nilai kebarangkalian a posteriori bagi setiap corak yang digunakan dalam membentuk tema tersebut. Jadual 4 menunjukkan hasil bagi kerja ini dan dapat digunakan sebagai petunjuk bagi warna-warna yang digunakan dalam peta a posteriori (rujuk Rajah 4).



Rajah 1

Corak Binari bagi Batuan Berargilit.



Rajah 2

Corak Binari bagi Tetingkap  
Gelinciran 0.5 km.



Rajah 3

Corak Binari bagi Batu Granitoid.



Rajah 4

Peta Akhir Kebarangkalian a  
Posteriori.



Jadual 4

Julat Kebarangkalian a posteriori bagi Tema

Tema	Gabungan Kebarangkalian a posteriori
KUNING	$> 0.0040$
BIRU	$0.0023 - 0.0040$
HIJAU	$0.0012 - 0.0022$
MERAH	$0.0010 - 0.0011$
HITAM	$< 0.0010$

Merujuk kepada Jadual 4, nilai a posteriori bagi tema kuning yang memberikan nilai tertinggi 0.0040 adalah terlampau rendah bagi menunjukkan tanda positif bagi menemui kawasan mineral emas yang berpotensi.

### 3.0 Kesimpulan dan Cadangan

Peta kebarangkalian a posteriori yang menunjukkan kawasan emas yang berpotensi bagi kawasan kajian tidak memberi hasil yang memuaskan. Nilai tertinggi a posteriori sebanyak 0.0040 adalah terlampau rendah bagi menonjolkan kawasan yang berpotensi. Oleh itu lebih banyak data sokongan dan maklumat kawasan penemuan emas yang baru diperlukan ketika menjalankan analisis peta binari. Cadangan-cadangan dibawah dapat digunakan sebagai panduan bagi tujuan membaiki atau menambah nilai kebarangkalian a posteriori.

- 1) Dalam menjalankan operasi logik, arahan logik yang digunakan perlu menunjukkan kemungkinan wujudnya mineralisasi emas secara tersusun. Dalam mengenalpasti susunan ini, pengkaji perlu mengambilkira data sokongan yang lain seperti peta tanah, data geofizik dan anomali geokimia. Dengan menggunakan data berkenaan, kebarangkalian dalam mengenalpasti kawasan mineralisasi dapat dipertingkatkan.
- 2) Bagi menjalankan analisis peta binari, faktor kontras bagi menentukan saiz tettingkap yang optima (e.g. 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 km) bagi zon gelinciran dan sentuhan granit perlu diambilkira. Tettingkap yang menunjukkan nilai kontras yang tertinggi digunakan bagi mewakili corak berkenaan.

Rujukan:

1. Agterberg, F.P., 1989: *Systematic Approach to Dealing with Uncertainty of Geoscience Information in Mineral Exploration*, Proceeding 21st Symposium on Applications of Computers and Operation Research in the Mineral Industry.
2. Bonham-Carter, G.F., Agterberg, F.P. and Wright, D.F., 1988: *Integration of Geological datasets for Gold Axloration in Nova Scotia*, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54(11), pp. 1585 - 1592.
3. Nawawi Jusoh, 1991: *Application of Geobotanical Anomalies in Detecting Gold Occurrence Areas Using Remote Sensing Techniques*, M.Sc Thesis, Faculty of Surveying, Universiti Teknologi Malaysia, 1991.